

Г. Н. ШАБАНОВА, докт. техн. наук, НТУ «ХПИ»

Н.П. БУРАК, канд. техн. наук, **В.К. МОКРИЦКАЯ**, асп., ХНАГХ

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ
ОПТИМИЗАЦИИ ВЫСОКООГНЕУПОРНЫХ СОСТАВОВ В
ПОДСИСТЕМЕ $2\text{BaO}\cdot\text{SiO}_2 - \text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO}\cdot\text{ZrO}_2$
СИСТЕМЫ $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$**

Дослідження проводились з метою отримання високоогнетривких цементів із заданими властивостями. Вибір системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ обґрунтовано високими температурами плавлення, що входять до неї оксидів.

Were conducted to obtain high-duty refractories cements with predetermined properties. The choice of the $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ justified the high melting point, its member oxides.

Исследования проводились с целью получения высокоогнеупорных цементов с заданными свойствами. Выбор системы $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ обоснован высокими температурами плавлений, входящих в нее оксидов.

При разработке составов огнеупорных цементов несомненный интерес представляет система $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ и ее псевдосечение $2\text{BaO}\cdot\text{SiO}_2 - \text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO}\cdot\text{ZrO}_2$. Соединения, входящие в эту псевдосистему, обладают высокой температурой плавления, а $\text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ и $2\text{BaO}\cdot\text{SiO}_2$ гидравлически активны. Диаграмма огнеупорности этой системы не изучена. Для проведения исследований необходимо установить область составов, имеющих огнеупорность выше 1800 °С.

Сырьевые смеси составлялись из расчета содержания в цементе главных минералов $2\text{BaO}\cdot\text{SiO}_2$, $\text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{BaO}\cdot\text{ZrO}_2$. Приготовленные смеси синтезировали в криптоловой печи по заданному температурному режиму (температура обжига 1650 – 1750 °С, в зависимости от фазового состава), с выдержкой не менее 3-х часов, что соответствует более полному протеканию реакций фазообразования в сырьевых смесях. После помола клинкера образцы испытывались на механическую прочность. Огнеупорность определялась в соответствии с ГОСТ-4069-89.

Диаграмма огнеупорности системы $2\text{BaO}\cdot\text{SiO}_2 - \text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{BaO}\cdot\text{ZrO}_2$ была построена на основе данных, полученных методом симплекс-

решетчатого планирования эксперимента [1]. Для составления матрицы планирования использовались как литературные данные, так и экспериментальные температуры огнеупорности соединений и составов, входящих в эту систему.

Таблица 1

Огнеупорность составов системы $B_2S - BA - BZ$

№№ п/п	Состав смесей	Огнеупорность	Примечание
1	BA	1830	[2]
2	B_2S	1750	[2]
3	BZ	2620	[2]
4	25 % B_2S + 75 % BA	1860	[2]
5	50 % B_2S + 50 % BA	1850	Экспериментальные значения
6	75 % B_2S + 25 % BA	1840	
7	25 % BA + 75 % BZ	2300	
8	50 % BA + 50 % BZ	2070	
9	75 % BA + 25 % BZ	1820	
10	25 % B_2S + 75 % BZ	2130	
11	50 % B_2S + 50 % BZ	1990	
12	75 % B_2S + 25 % BZ	2000	
13	25% B_2S + 50% BA + 25% BZ	1860	
14	25% B_2S + 50% BA + 25% BZ	1860	
15	50% B_2S + 25% BA + 25% BZ	1820	

Примечание: B – BaO, Z – ZrO₂, A – Al₂O₃, S – SiO₂.

В соответствии с данными, приведенными в табл. 2, рассчитано уравнение регрессии зависимости огнеупорности от состава, имеющее следующий вид:

$$Y = 1750 \cdot X_1 + 1830 \cdot X_2 + 2620 \cdot X_3 + 240 \cdot X_1 \cdot X_2 - 780 \cdot X_1 \cdot X_3 - 620 \cdot X_2 \cdot X_3 + 107 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot (X_1 - X_2) + 1626 \cdot (X_1 - X_3) \cdot X_1 \cdot X_3 - 453 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot (X_2 - X_3) + 320 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot (X_1 - X_2)^2 + 560 \cdot X_1 \cdot X_3 \cdot (X_1 - X_3)^2 - 1040 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot (X_2 - X_3)^2 - 5893 \cdot X_1^2 \cdot X_2 \cdot X_3 + 6160 \cdot X_1 \cdot X_2^2 \cdot X_3 - 10027 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3^2$$

С помощью уравнения регрессии были рассчитаны температуры огнеупорности во всех точках диаграммы, отличающиеся по составу каждого компонента на 10 %.

На основании расчетов, построена симплекс-диаграмма "огнеупорность – состав" (рисунок).

Наиболее интересной для получения цементов высшей огнеупорности

Таблица 2

Расчетные данные огнеупорности составов
псевдосистемы $B_2S - BA - BZ$

№ п/п	Координаты			Температура, °C
	X_1	X_2	X_3	
1	0,1	0,1	0,8	2196
2	0,1	0,2	0,7	2089
3	0,1	0,3	0,6	2026
4	0,1	0,4	0,5	1979
5	0,1	0,5	0,4	1936
6	0,1	0,6	0,3	1868
7	0,1	0,7	0,2	1850
8	0,1	0,8	0,1	1840
9	0,2	0,1	0,7	2008
10	0,2	0,2	0,6	1921
11	0,2	0,3	0,5	1885
12	0,2	0,4	0,4	1875
13	0,2	0,5	0,3	1872
14	0,2	0,6	0,2	1867
15	0,2	0,7	0,1	1860
16	0,3	0,1	0,6	1900
17	0,3	0,2	0,5	1836
18	0,3	0,3	0,4	1819
19	0,3	0,4	0,3	1836
20	0,3	0,5	0,2	1856
21	0,3	0,6	0,1	1865
22	0,4	0,5	0,1	1860
23	0,4	0,4	0,2	1840
24	0,4	0,3	0,3	1809
25	0,4	0,2	0,4	1800
26	0,4	0,1	0,5	1852
27	0,5	0,1	0,4	1850
28	0,5	0,2	0,3	1818
29	0,5	0,3	0,2	1831
30	0,5	0,4	0,1	1854
31	0,6	0,1	0,3	1865
32	0,6	0,2	0,2	1847
33	0,6	0,3	0,1	1833
34	0,7	0,1	0,2	1900
35	0,7	0,2	0,1	1865
36	0,8	0,1	0,1	1892

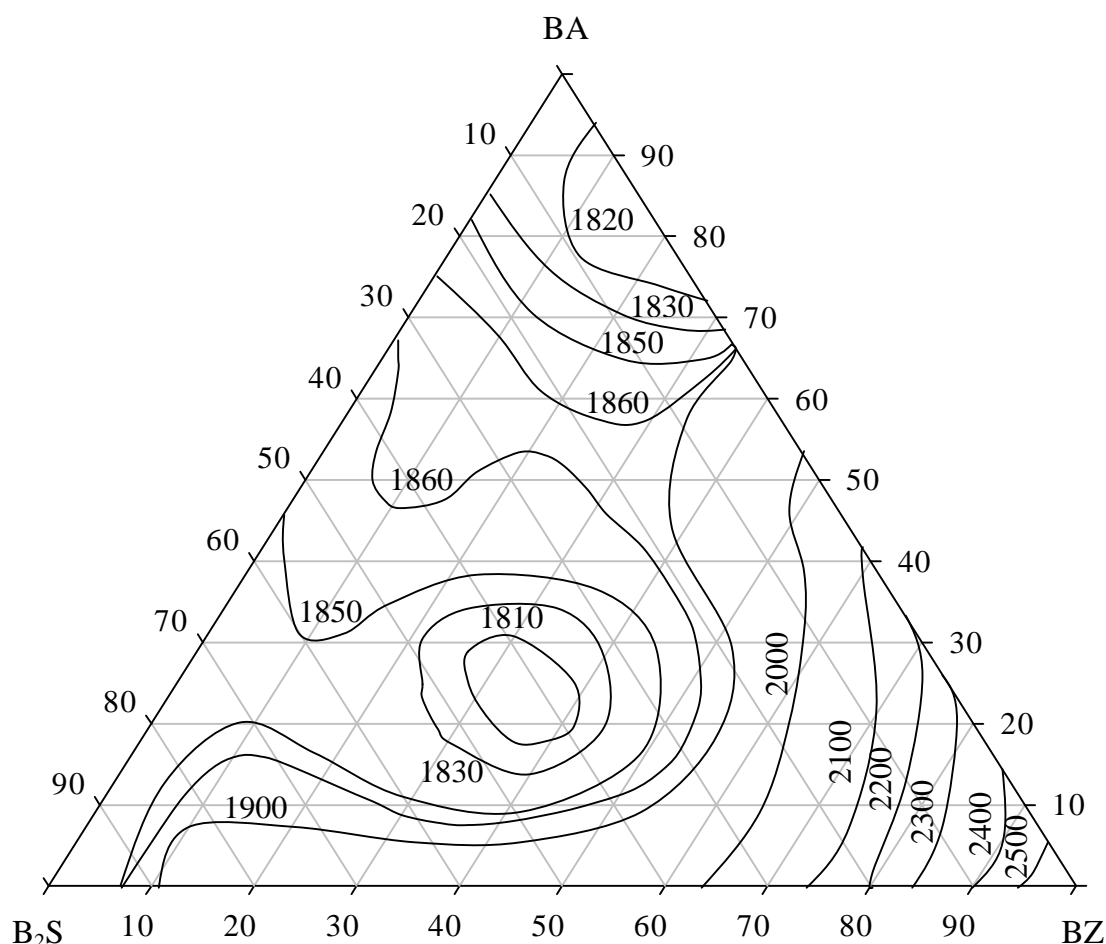


Рисунок – Смплекс-диаграмма состав - огнеупорность псевдосечения B_2S – BA – BZ системы $BaO - Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2$

представляется область составов, содержащих 60 – 80 % BA , 5 – 10 % B_2S , 15 – 30 % BZ . Составы, лежащие в этой области обладают достаточно высокими вяжущими свойствами и огнеупорностью выше 2000 °С.

На основе данной смплекс-диаграммы «состав-свойство», можно получать цементы специального назначения на основе бариевых соединений с заданными свойствами, в зависимости от предъявляемых требований [3].

Список литературы: 1. *Налимов В.В.* Новые идеи в планировании эксперимента. – М.: Наука, 1970. – С. 177 – 209. 2. *Бережной А.С.* Многокомпонентные системы окислов. – К. : Наукова думка, 1970. – С. 544. 3. *Шабанова Г.Н., Мельник Ю. М. и др.* Жаростойкие цементы на основе алюминатов и ферритов бария. // Сб. научн. Тр. УкрГНИИО. – Харьков: Каравела, 1995. – С. 141 – 143.

Поступила в редколлегию 15.10.08.